

EP1234968

Publication Title:

Method for synchronizing the filling of the cylinders of an internal combustion engine

Abstract:

124f Abstract of EP1234968

The method involves separately regulating air-fuel mixtures to cylinder banks, detecting signals representing the fuel quantity to be fed to each cylinder per stroke and/or detecting rough running values per cylinder and averaging to a bank mean value per cylinder bank. The signals and/or bank mean values are compared and if a relative deviation is detected the actuator element (4) of at least one cylinder is regulated to compensate for the deviation.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

Courtesy of <http://v3.espacenet.com>



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
28.08.2002 Patentblatt 2002/35

(51) Int Cl.7: **F02D 41/14, F02D 13/02**

(21) Anmeldenummer: **02000498.2**

(22) Anmeldetag: **09.01.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
 • **Rieger, Johannes**
82166 Gräfelfing (DE)
 • **Siegl, Norbert**
83661 Lenggries (DE)
 • **Achilles, Dietrich**
85293 Reichertshausen (DE)

(30) Priorität: **15.02.2001 DE 10106921**

(71) Anmelder: **Bayerische Motoren Werke**
Aktiengesellschaft
80809 München (DE)

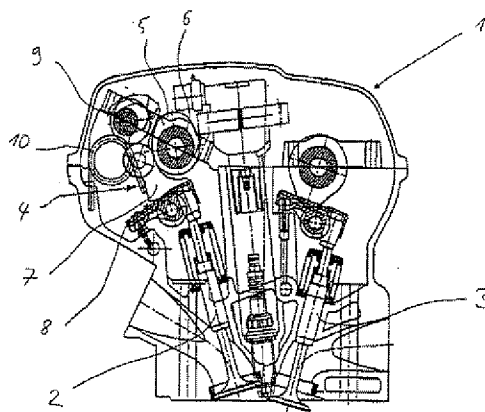
(54) **Verfahren zum Synchronisieren der Füllung von Zylindern einer Brennkraftmaschine**

(57) Ein Verfahren zum Synchronisieren der Füllung von Zylindern einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Hubkolben-Verbrennungsmotors, wobei die Brennkraftmaschine mit Zylindern versehen ist, die in wenigstens zwei Zylinderbänken angeordnet sind, und jede Zylinderbank wenigstens ein eigenes Stellglied (4) zur variablen Steuerung von der jeweiligen Zylinderbank zugeordneten Gaswechselventilen (2, 3) aufweist, ermöglicht auf einfache und kostengünstige Weise eine gleichmäßige Füllung der Zylinder.

Grund hierfür ist, daß das den Zylindern zuzuführende Luft-Kraftstoff-Gemisch für jede Zylinderbank getrennt auf die gleiche Luftzahl geregelt wird und Signale,

welche die einem Zylinder je Hub in Abhängigkeit von einer lastabhängig bereitgestellten Luftmenge zuführbare Kraftstoffmenge repräsentieren, sensorisch erfaßt werden, wobei die Signale für jede Zylinderbank getrennt ermittelt werden, und/oder daß Laufunruhwerte eines jeden Zylinders ermittelt und für jede Zylinderbank zu einem Bankmittelwert gemittelt werden, wobei die Signale und/oder die Bankmittelwerte der Zylinderbänke jeweils miteinander verglichen werden und bei Feststellung einer relativen Abweichung der jeweiligen Signale und/oder der jeweiligen Bankmittelwerte voneinander eine Stellgröße gebildet wird, die das Stellglied (4) wenigstens einer Zylinderbank derart regelt, daß die festgestellte Abweichung kompensiert wird.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Synchronisieren der Füllung von Zylindern einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Hubkolben-Verbrennungsmotors, wobei die Brennkraftmaschine mit Zylindern versehen ist, die in wenigstens zwei Zylinderbänken angeordnet sind, und jede Zylinderbank wenigstens ein eigenes Stellglied zur variablen Steuerung von der jeweiligen Zylinderbank zugeordneten Gaswechselventilen aufweist.

[0002] Brennkraftmaschinen, wie beispielsweise die im Kraftfahrzeugbau häufig anzutreffenden Ottomotoren, sind in den unterschiedlichsten Bauformen bekannt. Insbesondere in der Ausbildung als Hubkolben-Verbrennungsmotor finden neben in der Regel mehrzylindrigen Reihenmotoren auch Bauformen Anwendung, bei denen die Zylinder in zwei oder mehreren Reihen, den sogenannten Zylinderbänken, angeordnet sind, wie zum Beispiel bei Boxer- oder V-Motoren. Um bei solchen Brennkraftmaschinen auf in konstruktiver Hinsicht einfache und damit kostengünstige Weise die Gaswechselventile zu steuern, ist es üblich, die Zylinderbänke jeweils mit einem die Gaswechselventile betätigenden Stellglied zu versehen. Derartige Stellglieder können beispielsweise als herkömmliche Nockenwellen oder als Aktoren, welche die Gaswechselventile elektromagnetisch steuern, ausgebildet sein.

[0003] Die Gaswechselventile werden dabei häufig variabel gesteuert, etwa um die Brennkraftmaschine hinsichtlich ihrer Schadstoffemission oder ihres Kraftstoffverbrauchs optimiert zu betreiben. Eine variable Ventilsteuerung bedeutet im Rahmen der vorliegenden Erfindung, daß der Ventilhub und/oder die Ventilsteuerbeziehungsweise Ventilöffnungszeiten frei steuerbar sind, das heißt nicht ausschließlich lastabhängig, sondern auch in Hinsicht auf andere Parameter, wie zum Beispiel der Drehzahl, Geschwindigkeit, Kühlmitteltemperatur oder sonstiger Einflußfaktoren auf das Betriebsverhalten einer Brennkraftmaschine, variiert werden können. Bei einer variablen Ventilsteuerung ist es deshalb im besonderen Maße erforderlich, die Gaswechselventile äußerst exakt zu steuern.

[0004] Der Betrieb von Brennkraftmaschinen mit mehreren Zylinderbänken, die jeweils wenigstens ein Stellglied für die Betätigung der Gaswechselventile aufweisen, ist mit dem Nachteil verbunden, daß häufig eine ungleichmäßige Füllung der Zylinder mit dem zu verbrennenden Luft-Kraftstoffgemisch, genauer gesagt mit der für die Verbrennung zuzuführenden Luftmenge, auftritt. Ursächlich hierfür ist in erster Linie, daß aufgrund der separaten Stellglieder der Zylinderbänke eine gleichmäßige Verteilung der entsprechend dem Lastzustand der Brennkraftmaschine angesaugten Luftmenge auf die einzelnen Zylinder nicht mehr sichergestellt ist. Denn die einzelnen Stellglieder unterliegen unterschiedlichen Einflußfaktoren, wie etwa Fertigungs- und Einbaulöcherungen, Verschleiß, Temperatur oder fehler-

behaftete sensorische Erfassung von Ventilhub und -steuerzeiten, die zu einer voneinander abweichenden Ventilsteuerung führen können. Eine ungleichmäßige Füllung der Zylinder hat unter anderem eine ungleiche Drehmomentabgabe zur Folge, so daß sich vor allem im Leerlauf oder bei Teillast ein unerwünschter Laufzustand der Brennkraftmaschine ergibt.

[0005] Bei dem Betrieb einer mehrere Zylinderbänke aufweisenden Brennkraftmaschine mit einer Lambdasonde, welche die zuzuführende Kraftstoffmenge in Abhängigkeit von der Zusammensetzung des Abgases regelt, ist es gebräuchlich, für jede Zylinderbank eine eigene Lambdasonde vorzusehen. In diesem Fall kann eine ungleichmäßige Füllung der Zylinder zudem bei den einzelnen Zylinderbänken eine divergierende Vorgabe der Kraftstoffmenge mit sich bringen und so schwerwiegende Fehler etwa in einem durch eine elektronische Steuereinheit gesteuerten Kraftstoffversorgungssystem hervorrufen.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Synchronisieren der Füllung von Zylindern einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Hubkolben-Verbrennungsmotors, bereitzustellen, mit dem sich auf einfache und kostengünstige Weise eine gleichmäßige Füllung der Zylinder erzielen läßt.

[0007] Die Lösung dieser Aufgabe besteht erfindungsgemäß darin, daß bei einem Verfahren mit den eingangs genannten Merkmalen das den Zylindern zuzuführende Luft-Kraftstoff-Gemisch für jede Zylinderbank getrennt auf die gleiche Luftzahl geregelt wird und Signale, welche die einem Zylinder je Hub in Abhängigkeit von einer lastabhängig bereitgestellten Luftmenge zuführbare Kraftstoffmenge repräsentieren, sensorisch erfaßt werden, wobei die Signale für jede Zylinderbank getrennt ermittelt werden, und/oder daß Laufnruhewerte eines jeden Zylinders ermittelt und für jede Zylinderbank zu einem Bankmittelwert gemittelt werden, wobei die Signale und/oder die Bankmittelwerte der Zylinderbänke jeweils miteinander verglichen werden und bei Feststellung einer relativen Abweichung der jeweiligen Signale und/oder der jeweiligen Bankmittelwerte voneinander eine Stellgröße gebildet wird, die das Stellglied wenigstens einer Zylinderbank derart regelt, daß die festgestellte Abweichung kompensiert wird.

[0008] Ein solches Verfahren macht sich die Erkenntnis zu eigen, daß sich eine gleichmäßige Füllung der Zylinder auf einfache und kostengünstige Weise dann erreichen läßt, wenn für jede Zylinderbank getrennt Signale sensorisch erfaßt werden, welche die den Zylindern der jeweiligen Zylinderbank je Hub zuführbare Kraftstoffmenge repräsentieren, und die Signale der jeweiligen Zylinderbänke miteinander verglichen werden. Dabei kommt zum Tragen, daß das den Zylindern zuzuführende Luft-Kraftstoff-Gemisch für jede Zylinderbank getrennt auf die gleiche Luftzahl geregelt wird, etwa mittels einer Lambda-Regelung. Denn hierdurch ist es ohne größeren Aufwand möglich, die Signale für jede Zylinderbank getrennt zu erfassen. Werden den Zylinder-

derbänken unterschiedliche Kraftstoffmengen für die jeweiligen Zylinder zugeführt, so ergibt sich aufgrund der gleichen Luftzahl eine relative Abweichung der jeweiligen Signale voneinander. Aus dieser durch den Vergleich der Signale festgestellten Abweichung wird eine Stellgröße gebildet, durch die dann ein entsprechendes Stellglied wenigstens einer Zylinderbank zum Kompensieren der festgestellten Abweichung geregelt wird.

[0009] Alternativ, etwa wenn eine Lambda-Regelung nicht vorgesehen ist, oder zusätzlich können gemäß der vorliegenden Erfindung auch Laufunruhwerte eines jeden Zylinders ermittelt und für jede Zylinderbank zu einem Bankmittelwert gemittelt werden. Denn das an einer Zylinderbank abgegebene und für die Laufunruhwerte kennzeichnende Drehmoment ist in der Regel repräsentativ für die Füllung der Zylinder. Die zur Regelung wenigstens eines Stellglieds heranzuziehende Stellgröße läßt sich in diesem Fall entweder allein aus der relativen Abweichung der jeweiligen Bankmittelwerte ableiten oder, falls die Bankmittelwerte zusätzlich zu den oben beschriebenen Signalen ermittelt werden, durch Heranziehung der relativen Abweichung sowohl der Signale als auch der Bankmittelwerte voneinander bestimmen, wobei letzteres auch mit einer Gewichtung der vorgenannten Abweichungen verbunden sein kann.

[0010] Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird die Füllung der Zylinder hinsichtlich der Zylinderbänke synchronisiert. Eine aufwendige Synchronisierung der Füllung der Zylinder innerhalb einer Zylinderbank findet hingegen nicht statt, so daß sich das erfindungsgemäße Verfahren kostengünstig realisieren läßt.

[0011] Das erfindungsgemäße Verfahren kommt in besonders vorteilhafter Weise dann zur Geltung, wenn eine zentrale Lasterfassung vorgesehen ist, durch welche die Luftmenge des den Zylindern zuzuführenden Luft-Kraftstoff-Gemisches lastabhängig bereitgestellt wird. Eine solche zentrale Lasterfassung ergibt sich zum Beispiel bei einer einzigen Drosselklappe oder einer gemeinsamen Messung der Luftmenge für alle Zylinderbänke. Im Unterschied zu Brennkraftmaschinen, bei denen mehreren Zylinderbänken jeweils eine eigene Lasterfassung zugeordnet wird, ist es bei einer solchen zentralen Lasterfassung nicht möglich, die Bereitstellung der Luftmenge und damit die Füllung der Zylinder der einzelnen Zylinderbänke durch Abgleichen der Lasterfassungen, etwa mittels einer elektronischen Steuereinheit, zu synchronisieren. Das erfindungsgemäße Verfahren hingegen macht sich die variable Steuerung der Gaswechselventile durch die für die Zylinderbänke jeweils separat vorhandenen Stellglieder zu nutze, so daß bei einer zentralen Lasterfassung eine Synchronisierung der Füllung der Zylinder ohne weiteres erfolgen kann.

[0012] In Hinsicht auf eine einfache Durchführung des Verfahrens ist es von Vorteil, die relative Abweichung der jeweiligen Signale und/oder der jeweiligen Bankmittelwerte der Zylinderbänke voneinander durch Bildung der Differenz oder des Quotienten jeweils zweier Signa-

le oder Bankmittelwerte zu ermitteln. In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird aus den relativen Abweichungen der jeweiligen Signale und der jeweiligen Bankmittelwerte der Zylinderbänke voneinander ein gemeinsamer Kennwert zur Bestimmung der das Stellglied regelnden Stellgröße gebildet. Ein solcher Kennwert kann, wie oben bereits erwähnt, eine unterschiedliche Gewichtung der jeweiligen Abweichungen oder weitere Parameter, wie etwa Last, Kühlmitteltemperatur, Temperatur der angesaugten Luft, Stellung der Drosselklappe oder Zusammensetzung des Abgases, berücksichtigen und danach zu einer auch dies berücksichtigenden variablen Ventilsteuerung im oben genannten Sinne beitragen.

[0013] Eine vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ergibt sich ferner dann, wenn die aus der relativen Abweichung der jeweiligen Signale und/oder der jeweiligen Bankmittelwerte der Zylinderbänke voneinander und/oder aus dem gemeinsamen Kennwert bestimmte Stellgröße digital in einem nichtflüchtigen Speicher, vorzugsweise von einer elektronischen Steuereinheit, gespeichert wird. Dies bietet die Möglichkeit, eine Adaption der Stellglieder der jeweiligen Zylinderbänke zum Synchronisieren der Füllung der Zylinder festzuhalten, so daß etwa sofort nach einem Motorstart oder auch nach einem Verlust der Batteriespannung mittels beispielsweise eines FLASH- oder EEPROM-Moduls eine entsprechende Synchronisierung durch Zurückgreifen auf die abgespeicherten Werte erfolgen kann.

[0014] Als vorteilhaft hat es sich zudem erwiesen, durch das Stellglied den Ventilhub und/oder die Öffnungsdauer von Einlaßventilen und/oder Auslaßventilen der Zylinder in Abhängigkeit von der Stellgröße zu steuern. Vor allem eine variable Steuerung der Einlaßventile läßt sich auf vergleichsweise einfache Weise realisieren. Zu diesem Zweck kann vorteilhafterweise das Stellglied mechanisch, vorzugsweise durch eine Nockenwelle, elektrisch, vorzugsweise durch einen elektromagnetischen Aktor, oder hydraulisch betätigt werden, um eine praxisgerechte Ausgestaltung zu gewährleisten. Bevorzugt findet eine lastabhängige Adaption der Stellgröße statt. Auf diese Weise ist es zum Beispiel möglich, den durch die Stellgröße geregelten Ventilhub optimiert an die etwa bei Teillast oder im Leerlauf auftretenden Betriebsbedingungen anzupassen.

[0015] Zweckmäßigerweise repräsentiert das Signal die durch eine elektronische Steuereinheit aus der einem Zylinder je Hub zuführbaren Kraftstoffmenge ermittelte Einspritzzeit. Da im Zusammenhang mit Brennkraftmaschinen zunehmend häufiger elektronische Steuereinheiten, wie beispielsweise eine digitale Motorelektronik (DME), Anwendung finden, welche die Einspritzzeit, etwa für eine Motordiagnose oder ähnliche Zwecke, ohnedies benötigen, läßt sich das erfindungsgemäße Verfahren auf diese Weise ohne größere Modifikationen bei konventionellen Brennkraftmaschinen implementieren. Zweckmäßig ist aus dem gleichen

Grund zudem, wenn die Laufunruhwerte durch Ermittlung der Winkelbeschleunigung der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine bestimmt werden, da die Erfassung der Winkelbeschleunigung zum Erkennen von Verbrennungsaussetzern bei Brennkraftmaschinen üblich ist.

[0016] In Weiterbildung der Erfindung wird ferner vorgeschlagen, daß das Stellglied durch eine kontinuierliche oder sich periodisch wiederholende Ermittlung der relativen Abweichung der jeweiligen Signale und/oder der jeweiligen Bankmittelpunkte der Zylinderbänke voneinander oder des aus diesen gebildeten Kennwerts geregelt wird. Vor allem die kontinuierliche Ermittlung der relativen Abweichung bringt den Vorteil mit sich, daß zum Beispiel durch Verschleiß bedingte Veränderungen im Laufe der Zeit erkannt und entsprechend korrigiert werden können. Um den derzeit gängigen Bauformen von Brennkraftmaschinen Rechnung zu tragen, wird schließlich vorgeschlagen, daß das erfindungsgemäße Verfahren bei einer Brennkraftmaschine durchgeführt wird, die als Hubkolbenmotor mit einer V-, W-Boxer- oder auch Sternanordnung der Zylinder ausgebildet ist.

[0017] Einzelheiten und weitere Vorteile des Gegenstandes der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels. In den zugehörigen Zeichnungen veranschaulichen im einzelnen:

- Fig. 1: einen Schnitt durch den Zylinderkopf einer Brennkraftmaschine;
- Fig. 2a: eine perspektivische Ansicht eines Stellglieds und eines durch dieses betätigten Ventils;
- Fig. 2b: das Stellglied und das Ventil gemäß Fig. 2a in einer anderen perspektivischen Ansicht und
- Fig. 3 eine Explosionsdarstellung des Stellglieds zusammen mit dem Ventil nach den Fig. 2a und 2b.

[0018] Der in Fig. 1 gezeigte Zylinderkopf 1 eines Zylinders findet bei einer als achtzylindriger V-Motor ausgebildeten Brennkraftmaschine, die demzufolge zwei Zylinderbänke aufweist, Anwendung. In dem Zylinderkopf 1 sind insgesamt vier Gaswechselventile 2, 3 zum Ein- und Auslassen des Luft-Kraftstoffgemisches in den beziehungsweise aus dem Zylinder angeordnet, von denen zwei als Einlaßventile 2 und zwei als Auslaßventile 3 dienen. Die beiden Einlaßventile 2 werden durch ein gemeinsames Stellglied 4 betätigt. Das in den Fig. 2a bis 3 näher zu erkennende Stellglied 4 weist eine mit einem Doppelnocken 5 versehene Nockenwelle 6 auf. Der Doppelnocken 5 drückt über einen Zwischenhebel 7 auf einen Schleppebel 8, durch den ein Ventilstößel der Ventile 2 bewegt und die Ventile 2 damit geöffnet

beziehungsweise geschlossen werden.

[0019] Der Zwischenhebel 7 ist zwischen der Nockenwelle 6 und einer verdrehbar gelagerten Exzenterwelle 9 angeordnet und durch eine Feder 10 in seiner Lage fixiert. Wie insbesondere in Fig. 3 zu erkennen ist, wird die Exzenterwelle 9 über ein Schneckengetriebe 11 von einem elektrischen Stellmotor 12 angetrieben. Der Stellmotor 12 wird durch eine elektronische Steuereinheit angesteuert, in der die für eine Ventilsteuerung relevanten Parameter, wie etwa Winkel eines Fahrpedals, Winkel der Exzenterwelle 9, Winkel der Nockenwelle 6 und dergleichen, elektronisch erfaßt sind. Eine durch den Stellmotor 12 in Abhängigkeit eines von der elektronischen Steuereinheit übermittelten Signals hervorgerufene Drehung der Exzenterwelle 9 bewirkt eine Veränderung der Lage des Zwischenhebels 7. Dies hat zur Folge, daß auch die durch die Doppelnocken 5 über den Zwischenhebel 7 auf den Schleppebel 8 ausgeübte Hubbewegung verändert wird. Auf diese Weise läßt sich der Ventilhub der Ventile 2 variieren, um die Ventile 2 variabel zu steuern.

[0020] Wie Fig. 3 außerdem erkennen läßt, ist das Stellglied 4 mit einer als Schwenkversteller ausgebildeten hydrodynamischen Einrichtung 13 versehen, die an der Nockenwelle 6 angeordnet ist. Die hydrodynamische Einrichtung 13 weist im wesentlichen einen mit einem die Nockenwelle 6 antreibenden Kettenrad verbundenen Stator und einen starr mit der Nockenwelle 6 verbundenen Rotor auf. Zwischen dem Stator und dem Rotor sind Kammern ausgebildet, in die eine Hydraulikflüssigkeit, beispielsweise Öl, eingepreßt wird. Durch Verändern des Drucks der Hydraulikflüssigkeit in den Kammern lassen sich Rotor und Stator relativ zueinander verdrehen. Auf diese Weise ergibt sich eine sogenannte Nockenspreizung, mit der die Öffnungszeiten der Ventile 2 beeinflussbar sind. Die somit die Öffnungszeiten der Ventile 2 steuernde hydrodynamische Einrichtung 13 kann alternativ oder, wie im vorliegenden Ausführungsbeispiel, zusätzlich zu dem den Ventilhub der Ventile 2 steuernden Zwischenhebel 7 vorgesehen werden.

[0021] Mit einer solchermaßen ausgebildeten variablen Ventilsteuerung ist es möglich, die Füllung der Zylinder der Brennkraftmaschine zu synchronisieren. Zu diesem Zweck wird ein Signal, das die einem Zylinder je Hub in Abhängigkeit von einer lastabhängig bereitgestellten Luftmenge zuführbare Kraftstoffmenge repräsentiert, sensorisch erfaßt und in Form eines die Einspritzzeit repräsentierenden Wertes der elektronischen Steuereinheit zugeführt. Das Signal wird dabei mittels einer für jede Zylinderbank vorgesehenen Lambdasonde, durch die das den Zylinder zuzuführende Luft-Kraftstoff-Gemisch auf eine vorgegebene Luftzahl geregelt wird, für jede der beiden Zylinderbänke der Brennkraftmaschine getrennt ermittelt.

[0022] Darüber hinaus werden Laufunruhwerte eines jeden Zylinders ermittelt und für jede Zylinderbank zu einem Bankmittelwert gemittelt. Die Laufunruhwerte werden durch Messung der Winkelbeschleunigung

der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine bestimmt und gleichfalls in der elektronischen Steuereinheit abgelegt. Danach werden die Signale und die Bankmittelwerte der Zylinderbänke durch Bildung der Differenz jeweils zweier Signale beziehungsweise Bankmittelwerte miteinander verglichen. Wird dabei eine relative Abweichung der jeweiligen Signale und der jeweiligen Bankmittelwerte voneinander festgestellt, so werden aus diesen beiden Abweichungen ein gemeinsamer Kennwert gebildet. Aus dem Kennwert wird dann eine Stellgröße bestimmt, die in digitaler Form in einem nichtflüchtigen Speicher der elektronischen Steuereinheit abgelegt wird, um die Stellglieder 4 der Zylinder auch adaptiv steuern zu können.

[0023] In Abhängigkeit von der Stellgröße werden die Stellglieder 4 der Zylinder der Brennkraftmaschine geregelt, und zwar derart, daß durch Verändern des Ventilhubs und gegebenenfalls der Öffnungsdauer der Einlaßventile 2 die festgestellte Abweichung selbsttätig kompensiert wird. In der Regel ist es dabei ausreichend, wenn nur die Stellglieder 4 auf Seiten einer der beiden Zylinderbänke entsprechend betätigt werden. Es ist auch möglich, wenn auch mit einem größeren Aufwand, zusätzlich oder anstelle der Stellglieder 4 der Einlaßventile 2 die Stellglieder der Auslaßventile 3 zu regeln.

[0024] Um etwa durch Verschleiß bedingte Veränderungen im Laufe der Zeit zu erkennen und die Regelung der Stellglieder 4 entsprechend korrigieren zu können, wird die relative Abweichung der jeweiligen Signale und der jeweiligen Bankmittelwerte der Zylinderbänke voneinander kontinuierlich ermittelt. In diesem Zusammenhang kommt die elektronische Speicherung der durch den Kennwert gebildeten Stellgröße in einem nichtflüchtigen Speicher der elektronischen Steuereinheit zum Tragen, die eine selbsttätige und unverzügliche Anpassung der Stellglieder 4, etwa sofort nach einem Motorstart oder nach einem Verlust der Batteriespannung, gewährleistet. Die Adaption der Stellgröße findet dabei lastabhängig statt mit der Folge, daß der adaptive Korrekturwert optimiert an die etwa bei Teillast oder im Leerlauf auftretenden unterschiedlichen Betriebsbedingungen angepaßt ist.

[0025] Das zuvor beschriebene Verfahren ermöglicht bei der aufgrund der Ausbildung als V-Motor zwei Zylinderbänke aufweisenden Brennkraftmaschine auf einfache und kostengünstige Weise eine gleichmäßige Füllung der Zylinder. Grund hierfür ist in erster Linie, daß für jede Zylinderbank ein die jedem Zylinder zuzuführende Kraftstoffmenge repräsentierendes Signal sensorisch erfaßt wird und die Signale der einzelnen Zylinderbänke in Hinsicht auf eine relative Abweichung miteinander verglichen werden, so daß eine aus der Abweichung resultierende Stellgröße zum Verändern der variablen Ventilsteuerung zur Verfügung steht. Eine hohe Zuverlässigkeit des Verfahrens wird nicht zuletzt dadurch erreicht, daß zusätzlich Laufunruhwerte eines jeden Zylinders ermittelt und für jede Zylinderbank zu

einem redundanten Bankmittelwert gemittelt werden, der dann bei der Bildung der Stellgröße berücksichtigt wird.

5 Bezugszeichenliste

[0026]

- | | |
|----|-----------------------------|
| 1 | Zylinderkopf |
| 2 | Einlaßventil |
| 3 | Auslaßventil |
| 4 | Stellglied |
| 5 | Doppelnocken |
| 6 | Nockenweile |
| 7 | Zwischenhebel |
| 8 | Schlepphebel |
| 9 | Exzenterweile |
| 10 | Feder |
| 11 | Schneckengetriebe |
| 12 | Stellmotor |
| 13 | hydrodynamische Einrichtung |

Patentansprüche

- Verfahren zum Synchronisieren der Füllung von Zylindern einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Hubkolben-Verbrennungsmotors, wobei die Brennkraftmaschine mit Zylindern versehen ist, die in wenigstens zwei Zylinderbänken angeordnet sind, und jede Zylinderbank wenigstens ein eigenes Stellglied (4) zur variablen Steuerung von der jeweiligen Zylinderbank zugeordneten Gaswechselventilen (2, 3) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, daß** das den Zylindern zuzuführende Luft-Kraftstoff-Gemisch für jede Zylinderbank getrennt auf die gleiche Luftzahl geregelt wird und Signale, welche die einem Zylinder je Hub in Abhängigkeit von einer lastabhängig bereitgestellten Luftmenge zuführbare Kraftstoffmenge repräsentieren, sensorisch erfaßt werden, wobei die Signale für jede Zylinderbank getrennt ermittelt werden, und/oder daß Laufunruhwerte eines jeden Zylinders ermittelt und für jede Zylinderbank zu einem Bankmittelwert gemittelt werden,

wobei die Signale und/oder die Bankmittelwerte der Zylinderbänke jeweils miteinander verglichen werden und bei Feststellung einer relativen Abweichung der jeweiligen Signale und/oder der jeweiligen Bankmittelwerte voneinander eine Stellgröße gebildet wird, die das Stellglied (4) wenigstens einer Zylinderbank derart regelt, daß die festgestellte Abweichung kompensiert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
gekennzeichnet durch eine zentrale Lastersfassung. 10
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, daß die relative Abweichung der jeweiligen Signale und/oder der jeweiligen Bankmittelwerte der Zylinderbänke voneinander durch Bildung der Differenz oder des Quotienten jeweils zweier Signale oder Bankmittelwerte ermittelt wird. 15
4. Verfahren nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, daß aus den relativen Abweichungen der jeweiligen Signale und der jeweiligen Bankmittelwerte der Zylinderbänke voneinander ein gemeinsamer Kennwert zur Bestimmung der das Stellglied (4) regelnden Stellgröße gebildet wird. 25
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, daß die aus der relativen Abweichung der jeweiligen Signale und/oder der jeweiligen Bankmittelwerte der Zylinderbänke voneinander und/oder aus dem gemeinsamen Kennwert bestimmte Stellgröße digital in einem nichtflüchtigen Speicher, vorzugsweise von einer elektronischen Steuereinheit, gespeichert wird. 30
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, daß das Stellglied (4) in Abhängigkeit von der Stellgröße den Ventilhub und/oder die Öffnungsdauer von Einlaßventilen (2) und/oder Auslaßventilen (3) der Zylinder steuert. 40
7. Verfahren nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, daß das Stellglied (4) mechanisch, vorzugsweise durch eine Nockenwelle (6), elektrisch, vorzugsweise durch einen elektromagnetischen Aktor, oder hydraulisch betätigt wird. 45
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7,
gekennzeichnet durch eine lastabhängige Adaption der Stellgröße. 50
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
gekennzeichnet durch ein Signal, das die durch eine elektronische Steuereinheit aus der einem Zylinder je Hub zuführbaren Kraftstoffmenge ermittelt-

te Einspritzzeit repräsentiert.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, daß die Laufunruhwerte durch Ermittlung der Winkelbeschleunigung der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine bestimmt werden. 5
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10
dadurch gekennzeichnet, daß das Stellglied (4) durch eine kontinuierliche oder sich periodisch wiederholende Ermittlung der relativen Abweichung der jeweiligen Signale und/oder der jeweiligen Bankmittelwerte der Zylinderbänke voneinander oder des aus diesen gebildeten Kennwerts geregelt wird. 15
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
gekennzeichnet durch eine Brennkraftmaschine, die als Hubkolbenmotor mit einer V-, W- oder Boxeranordnung der Zylinder ausgebildet ist. 20

Fig. 1

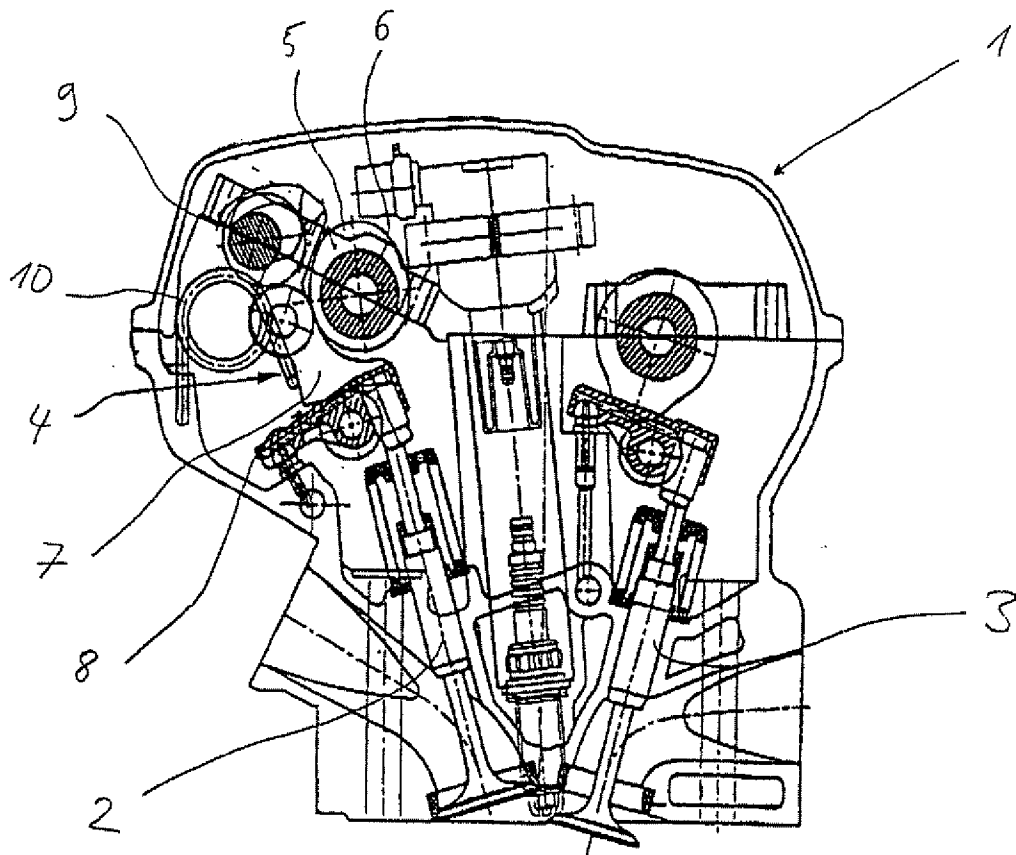


Fig. 2a

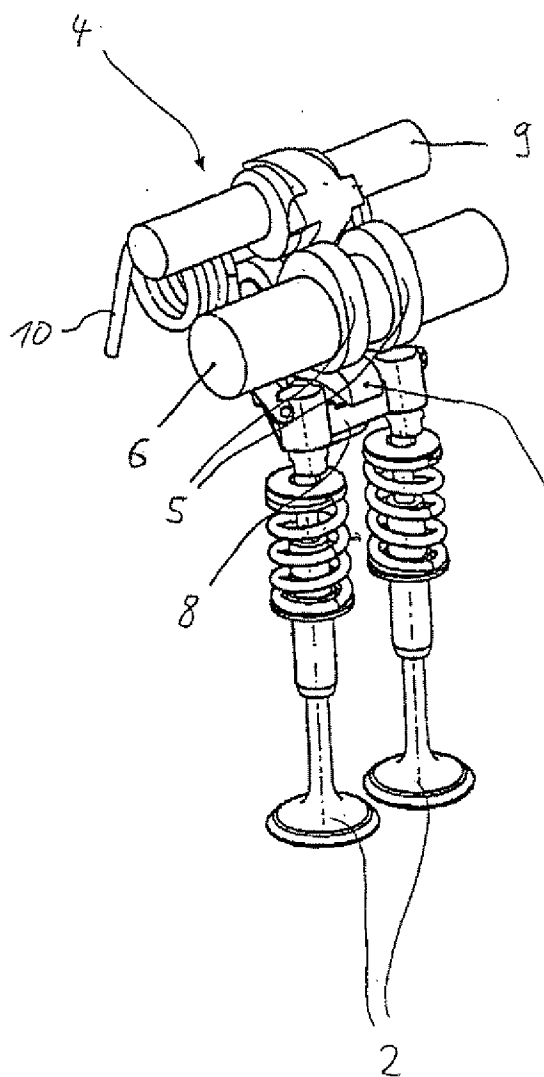


Fig. 2b

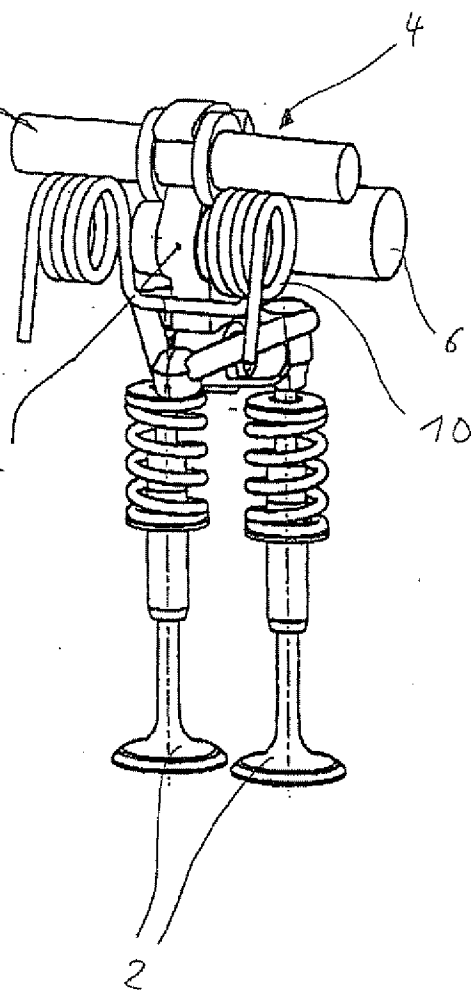


Fig. 3

